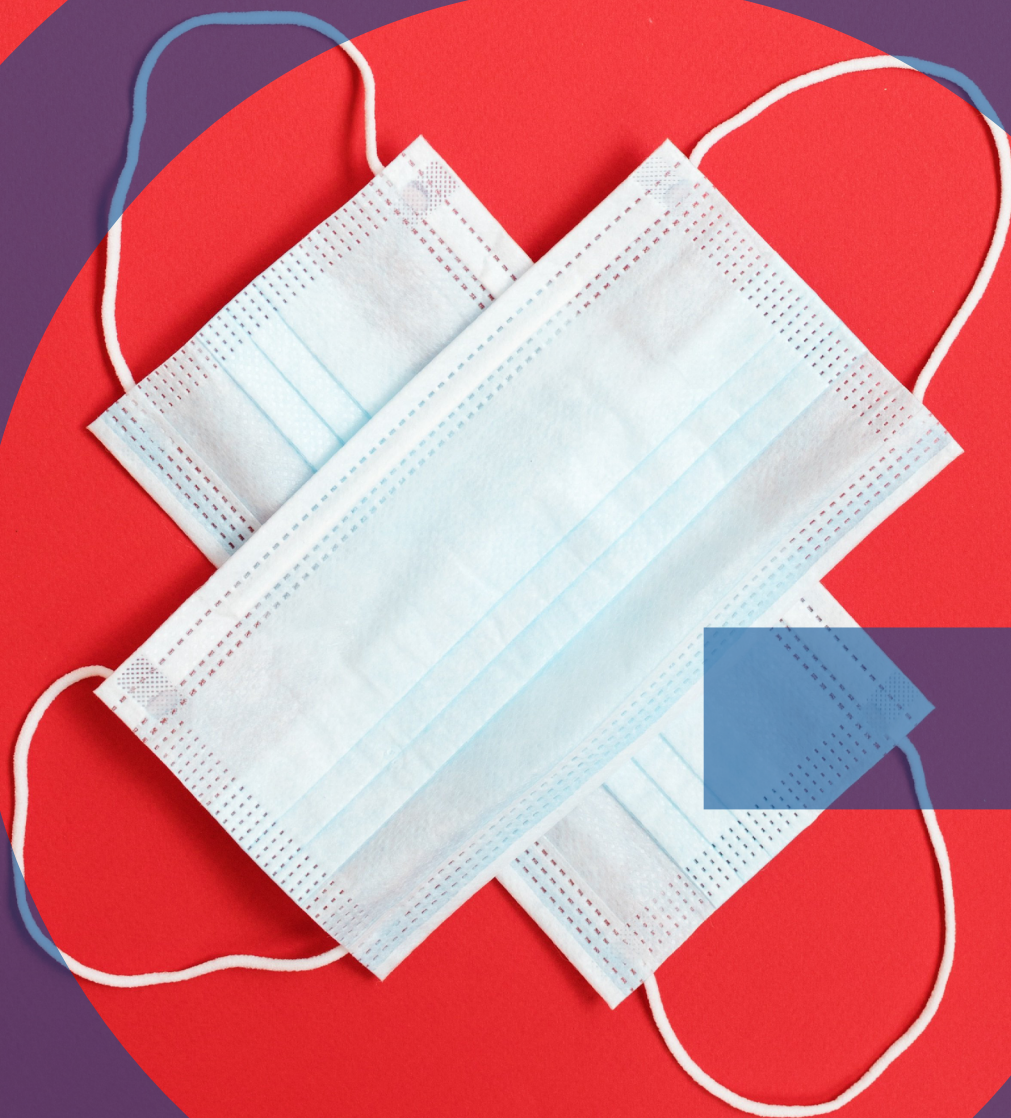






Sommaire

Éditorial

Sara Séguin03

Pleins feux sur ...

Le développement du GERAD : l'histoire d'un clan
François Soumis04

Actions et interactions

Modèles épidémiologiques et COVID-19
Narges Sereshti06

Articles d'impact

Interception des véhicules à charge illégale dans les réseaux de transport
Okan Arslan, Ola Jabali, Gilbert Laporte10

Collaborations

Inciter les navetteurs à covoiturer : une vaste expérience de terrain avec Waze
Maxime C. Cohen, Michael-David Fiszer, Avia Ratzon, Roy Sasson12

Que sont-ils devenus ?13

Stagiaires postdoctoraux

Imène Benkalai, Shuang Gao, Paulin Jacquot, Aleksandr M. Kazachkov14

GERAD en bref16

Summary

Editorial

Sara Séguin03

Spotlights on ...

GERAD's development: A family history
François Soumis05

Actions and interactions

Epidemic models and COVID-19
Narges Sereshti08

Impact papers

Intercepting the unlawful vehicles in transportation networks
Okan Arslan, Ola Jabali, Gilbert Laporte11

Collaborations

Incentivizing commuters to carpool: A large field experiment with Waze
Maxime C. Cohen, Michael-David Fiszer, Avia Ratzon, Roy Sasson12

Where are they now?13

Postdoctoral fellows

Imène Benkalai, Shuang Gao, Paulin Jacquot, Aleksandr M. Kazachkov14

GERAD news brief16



Éditorial

Je suis devenue membre étudiante du GERAD en 2012 et voilà que, 8 ans plus tard, je me joins à l'équipe éditoriale du Bulletin du GERAD. Évidemment, entre-temps j'ai aussi complété un doctorat, un post doctorat et obtenu un poste de professeure, et il me fait plaisir de reprendre la chaise laissée par Erick Delage, qui a agi en tant que coéditeur du Bulletin durant plus de trois belles années. Ainsi, je me joins à Dominique Orban, coéditeur et à Karine Hébert, qui m'a guidée dans l'élaboration de ma première édition du Bulletin. Le Bulletin du GERAD a vu sa première édition publiée en février 2004 et un total de 32 Bulletins ont été publiés depuis...

Cette réflexion tombe à point avec l'anniversaire du GERAD. Déjà 40 belles années que le GERAD fleurit à travers le monde. Le GERAD est un endroit exceptionnel pour la recherche, un milieu où les collaborations sont possibles et la bonne humeur presque toujours au rendez-vous. Dans la section « Pleins feux sur... » François Soumis nous offre une rétrospective des grands projets qui ont participé au rayonnement du GERAD au fil des années.

En 40 ans d'existence, c'est aussi la première fois que le GERAD ferme ses portes et que les Journées de l'optimisation sont annulées. Je ne pouvais passer sous silence la maladie à coronavirus, qui s'est transformée rapidement en pandémie. Le monde tel qu'on le connaît au Québec est paralysé depuis le 13 mars 2020, mais heureusement, les universités et les centres de recherche peuvent poursuivre leurs activités à distance. Cette situation exceptionnelle demande des efforts de la part de tous et solidairement nous pourrions venir à bout de ce virus. Bravo à toute l'équipe du GERAD en ces temps difficiles.

Cela fait aussi 40 ans que les chercheurs du GERAD gagnent des prix. La société INFORMS Transportation and Logistics a remis une mention honorable à un article écrit par Okan Arslan, Ola Jabali et Gilbert Laporte en novembre 2019. Vous trouverez tous les détails de cet article dans la rubrique « Articles d'impact ».

Déjà 40 ans que le GERAD organise des séminaires et des conférences afin de présenter l'avancement des travaux de recherche. Un article rédigé par Narges Sareshti tombe à point dans cette édition et discutera des modèles épidémiques. Un second article discutant d'une présentation organisée par Andrea Lodi, vise à convaincre les utilisateurs de voitures personnelles à faire du co-voiturage.

Finalement, dans cette ère de diversité, d'équité et d'inclusion, il me fait plaisir de mentionner que je suis la première femme coéditrice du Bulletin du GERAD. Encore une fois, merci à Karine Hébert pour son aide inestimable. La seule chose que je puisse souhaiter au GERAD pour l'avenir, c'est (au moins) 40 belles autres années en santé.

Bonne lecture! ■

Editorial

In 2012, I became a student member of GERAD and eight years later, I joined the editorial board of the GERAD Newsletter. Of course, in between I also completed a Ph.D., a postdoctorate and obtained an academic position and it is with pleasure that I will occupy the seat left by Erick Delage, the coeditor for the last three years. I am joining Dominique Orban, coeditor, and Karine Hébert, who guided me in the elaboration of my first GERAD Newsletter. The first edition was published in February 2004 and a total of 32 Newsletters were published since...

This reflection is timely with the GERAD anniversary. Already 40 years that the research center flourishes across the globe. GERAD is an exceptional setting for research, an environment where collaborations are possible and where good mood is almost always present. In the section "Spotlights on..." François Soumis offers a retrospective of the major projects that have contributed to the influence of GERAD over the years.

In its 40 years of existence, it is also the first time that the doors of GERAD close and that Optimization Days are cancelled. I could not keep quiet on the Coronavirus disease, which quickly transformed in a pandemic. The world as we know it in Québec has been paralyzed since March 13th 2020, but fortunately, universities and research centers can pursue their activities remotely. This exceptional situation requires efforts from everyone and in solidarity, we will overcome this virus. Congratulations to all of the GERAD team in these difficult times.

It has also been 40 years since the GERAD researchers have been winning prizes. The INFORMS Transportation and Logistics society awarded an honorable mention to Okan Arslan, Ola Jabali and Gilbert Laporte in November 2019. All the details concerning this article are available in the "Impact papers" section.

Already 40 years that GERAD organizes seminars and conferences to present recent advances in research. An article written by Narges Sareshti discusses epidemiologic models, which is quite relevant at the moment. A second paper discusses a presentation organized by Andrea Lodi and aims to convince people to carpool.

Finally, in this era of diversity, equity and inclusion, I wanted to mention that I am the first woman coeditor of the GERAD Newsletter. Again, I wish to thank Karine Hébert for her tremendous help. The only thing I can wish GERAD in the future, is (at least) another 40 years of success.

Enjoy your reading! ■

Sara Séguin

Le développement du GERAD : l'histoire d'un clan



L'histoire de GERAD débute en 1979 avec l'équipe d'Alain Haurie et Richard Loulou et leurs étudiants. Ils ont bien développé le domaine de la planification énergétique et la carrière de leurs étudiants. Plusieurs sont devenus professeurs et membres du GERAD : Roland P. Malhamé, El Kébir Boukas, Pierre L'Ecuyer, Georges Zaccour, Michèle Breton, Jean-Philippe Waub, ...

Cette équipe de base a adopté plusieurs enfants : Gilbert Laporte, Jacques Desrosiers et moi-même qui avons développé le domaine des tournées de véhicules et les horaires de personnel et formé de nombreux étudiants qui sont devenus professeurs et membres du GERAD à leur tour : Brunilde Sansò, André Langevin, Michel Gamache, Guy Desaulniers, Issmail El Hallaoui, Jean-François Cordeau, Marylène Cherklesly, Sara Séguin, ...

En parallèle avec ce développement du personnel, les membres du GERAD ont travaillé en famille pour monter de grands projets. Un premier grand projet à la fin des années '80, l'Action Structurante du Québec, finança 4 stagiaires postdoctoraux et 12 étudiants en logistique durant 4 ans. Pour constater les retombées de ce projet au GERAD, voici les noms des postdocs : André Langevin qui développa la logistique industrielle, Brunilde Sansò qui développa l'optimisation en télécom, Brigitte Jaumard qui développa l'optimisation en télécom et en transport, et finalement Alain Hertz qui développa les métaheuristiques pour les problèmes d'horaires et de transport.

Un deuxième grand projet, Synergie du Québec, finança 2 postdocs, 5 analystes et une quinzaine d'étudiants en transport aérien de '93 à '98. Il contribua au développement des premiers logiciels d'optimisation de la startup qu'était AD OPT et à sa percée à l'international. Le succès d'AD OPT a eu des retombées importantes au GERAD. La compagnie finance depuis 25 ans des projets pour plus de 150 000\$ annuellement et en est à plus de 300 000\$ par an, depuis 2 ans.

Un troisième grand projet fut la Chaire d'excellence en recherche du Canada sur la science des données pour la prise de décision en temps réel qui, avec un budget de 10 millions de dollars, a permis de recruter Andrea Lodi. Cette chaire et les nombreuses chaires du CRSNG en optimisation et en intelligence artificielle détenues à Montréal ont créé la masse critique pour obtenir le quatrième grand projet, la subvention APOGÉE de 93 millions de dollars du CRSNG et les contributions industrielles de plusieurs centaines de millions de dollars qui se sont ajoutés au travers de l'Institut de valorisation des données (IVADO) (pour plus d'informations à ce sujet lire l'article « Gilles Savard, nouveau directeur général d'IVADO », dans le Bulletin du GERAD, volume 14, numéro 1, pages 4-5).

Depuis 40 ans, le succès du GERAD et de la communauté de recherche en optimisation de Montréal est le fruit de la concertation de ses membres qui ont créé un milieu de recherche stimulant qui a attiré les meilleurs étudiants et les plus grands chercheurs. La notoriété de Montréal permet d'aller chercher de bons projets et des financements importants. À tous ceux que ça peut intéresser, regroupez-vous pour monter de grands projets combinant la recherche fondamentale et des applications porteuses. La communauté d'entreprises autour de l'IVADO offre de nombreuses opportunités de partenariats pour aller chercher des subventions importantes et faire avancer vos idées et votre recherche. Profitez-en. Longue vie au GERAD et à sa communauté. ■

François Soumis a été directeur du GERAD de août 1992 à mai 1996

François Soumis
GERAD & Polytechnique Montréal



GERAD's development: A family history

GERAD's story began in 1979, with the team of Alain Haurie, Richard Loulou and their students. As they worked on advancing the area of energy planning, the students' careers also developed. Many of them became professors and GERAD members: Roland P. Malhamé, El Kébir Boukas, Pierre L'Ecuyer, Georges Zaccour, Michèle Breton, Jean-Philippe Waaub and more.

Into this nuclear family, a number of people were adopted, including Gilbert Laporte, Jacques Desrosiers and me, who worked on vehicle routing and staff scheduling and trained a number of students who eventually also became professors and GERAD members: Brunilde Sansò, André Langevin, Michel Gamache Guy Desaulniers, Issmail El Hallaoui, Jean-François Cordeau, Marylène Cherkesly, Sara Séguin and others.

At the same time as this staff development was going on, GERAD members worked as a family to launch large-scale projects. The first one, in the late 80s, was the Action Structurante du Québec, which funded four postdoctoral fellows and 12 students of logistics for four years. To give you an idea of this project's spillover effect for GERAD, here are the names of those postdocs: André Langevin in industrial logistics; Brunilde Sansò in telecom optimization; Brigitte Jaumard in telecom and transportation optimization; and Alain Hertz on metaheuristics for scheduling and transportation problems.

A second large project, Synergie du Québec, funded two post docs, five analysts and some 15 students in air transportation from 1993 to 1998. It contributed to the development of the first optimization software packages of AD OPT, then a startup, and helped launch it internationally. The success of AD OPT has had a significant positive impact on GERAD. For the last 25 years, the company has funded projects valued at over \$150 thousand per year, and its yearly financing over the last two years has been for over \$300 thousand.

The Canada Excellence Research Chair in Data Science for Real-Time Decision-Making was a third large-scale project. Its \$10 million budget made it possible to recruit Andrea Lodi. This chair, and the many other NSERC chairs in optimization and artificial intelligence held in Montréal, created the critical mass needed for the fourth large project: the Institute for Data Valorization (IVADO) receiving a Canada First Research Excellence Fund grant of \$93 million plus additional industrial contributions of several hundred thousand dollars (for further information, please read the article "Gilles Savard, new CEO of the IVADO" in the GERAD Newsletter, volume 14, number 1, pages 6-7).

GERAD's success over the last 40 years and the reach of Montréal's optimization research community are the outcome of collaboration among its members, who have created a stimulating research environment that attracts the best students and top researchers. Montréal's reputation makes it possible to get good projects and significant funding. Everyone interested should get together to set up large projects combining fundamental research and promising applications. The community of businesses surrounding IVADO offers a wealth of opportunities for partnerships, large grants and the advancement of your ideas and your research. Take advantage of this resource! Here's to the future of GERAD and its community! ■

François Soumis was director of the GERAD from
August 1992 to May 1996

François Soumis

GERAD & Polytechnique Montréal

DIRECTEURS DIRECTORS



Alain Haurie
1979-1988



Richard Loulou
1989-1992



François Soumis
1992-1996



Pierre Hansen
1996-2001



Georges Zaccour
2001-2005



Roland P. Malhamé
2005-2011



Jean-Philippe Waaub
2001-2015



Guy Desaulniers
2015-2019



Olivier Bahn
2019-

Modèles épidémiologiques et COVID-19

Narges Sereshti a obtenu le Prix de la 2^e meilleure présentation (ex aequo) lors de la 4^e Journée des étudiants du GERAD le 11 mars dernier. En voici un résumé.

Personne n'aurait pu imaginer qu'un coronavirus isolé à la fin de 2019 provoquerait une énorme crise presque partout au monde. Un grand nombre de personnes ont été infectées et plusieurs sont décédées des suites de cette maladie. Des vols ont été annulés, des écoles et des universités ont été fermées, et des entreprises ont cessé leurs activités, réduit leur volume de travail ou fait travailler leurs employés à la maison. Le prix du pétrole a chuté fortement et l'économie pourrait se diriger vers un krach boursier. Le premier rapport de l'Organisation mondiale de la santé (OMS) à propos de la COVID-19 indiquait que le premier cas confirmé a été signalé le 31 décembre 2019 à Wuhan, en Chine [6]. Le 11 mars, l'OMS a annoncé qu'elle classait la COVID-19 dans la catégorie des pandémies [7]. En date du 15 juin, de nombreux pays avaient été touchés, et le nombre total de cas confirmés s'élevait à 7.8 million. Parmi ces derniers, plus de 431 000 cas ont été mortels [8].

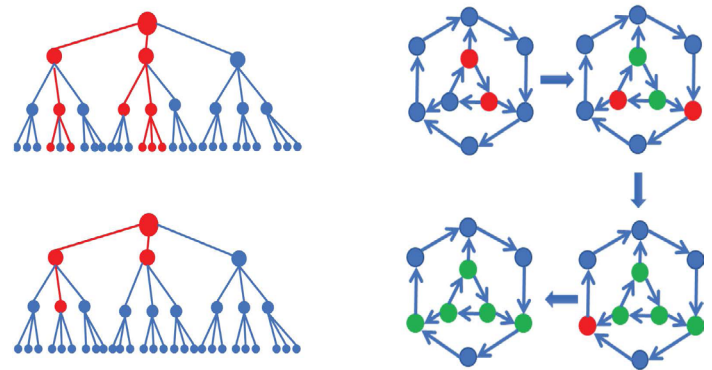
Selon Merriam-Webster [5], «une épidémie se définit comme la flambée d'une maladie qui se propage rapidement et qui atteint un grand nombre d'individus en même temps. Une pandémie est un type d'épidémie dont la portée et l'étendue sont plus grandes, c'est-à-dire une flambée infectieuse qui se produit sur un vaste territoire géographique et qui affecte une proportion exceptionnellement élevée de la population».

Au-delà des caractéristiques de l'agent pathogène, telles que la gravité, la contagiosité et la durée de sa période de transmissibilité, son mode de propagation est fortement influencé par le réseau sous-jacent. Le mode de transmission de l'agent pathogène et le réseau de contacts entre les personnes définissent le réseau sous-jacent de l'agent pathogène [1]. Dans un tel réseau, chaque nœud correspond à une personne. Une arête lie deux nœuds s'ils sont en contact l'un avec l'autre et s'il y a entre eux une possibilité de transmission de la maladie. Dans la littérature, il existe divers modèles épidémiologiques tels que le processus de ramification, le modèle SIR, le modèle SIS et les modèles SIRS.

Le processus de ramification est le modèle le plus simple qui peut être appliqué à un réseau arborescent, comme illustré à la figure 1.a. À chaque niveau, un nœud est en contact avec k personnes et une probabilité p que la maladie se transmette à la personne suivante. Dans la figure 1.a, les nœuds rouges sont considérés comme infectieux. Le diagramme du haut illustre une épidémie plus agressive, tandis que le diagramme du bas illustre une épidémie moins grave.

Outre le processus de ramification, il existe des modèles plus complexes qui prennent en compte différents états possibles pour chaque nœud, et qui peuvent être appliqués à n'importe quelle structure de réseau. L'un des plus connus est le modèle SIR, dans lequel chaque nœud passe par trois états différents : i) l'état susceptible (S), indiquant que le nœud n'a pas contracté

la maladie, mais qu'il est susceptible d'être contaminé par ses voisins; ii) l'état infectieux (I), indiquant que le nœud a contracté la maladie et qu'il peut infecter ses voisins susceptibles; et iii) l'état retiré (R), indiquant que la période infectieuse du nœud est passée et qu'il est immunisé contre la maladie [1]. Ce modèle est illustré à la figure 1.b, où les nœuds rouges sont à l'état infectieux, les nœuds bleus sont susceptibles et les nœuds verts sont retirés.



(a) modèle du processus de ramification (b) Modèle SIR
Figure 1 : Deux exemples de modèles épidémiologiques, adaptés de [1]

Le modèle SIS est différent. Dans celui-ci, un nœud n'est pas retiré après avoir passé la période infectieuse; plutôt, il devient susceptible d'être infecté à nouveau. Le SIRS résulte de la synchronisation des modèles SIR et SIS. Dans ce modèle, un nœud est immunisé pendant une période déterminée, puis il devient susceptible et peut redevenir infectieux par la suite. Dans les cas où le nœud susceptible connaît d'abord une période de latence avant de devenir infectieux, un état exposé (E) est ajouté au modèle, qui devient alors un modèle SEIR.

Ce sont les modèles de base. Il existe plusieurs extensions qui permettent de les rendre plus réalistes, dont certaines tiennent compte de différentes probabilités entre différents nœuds et de la stochasticité de certains paramètres. Ces modèles épidémiologiques sont habituellement analysés en fonction de combinaisons aléatoires dans l'ensemble de la population, ce qui n'est pas représentatif du monde réel. Keeling et Eames [3] ont examiné la dynamique des modèles épidémiologiques SIR en se basant sur cinq structures de réseau simulées différentes, et ils ont montré la façon dont la structure du réseau peut affecter le schéma épidémiologique. Les progrès récents en matière de technologie mobile et de GPS permettront de suivre les mouvements et de définir le réseau sous-jacent en temps réel.

Le facteur de reproduction de base (R_0) est peut-être le paramètre le plus utile pour la théorie épidémiologique [2] et pour l'étude des schémas épidémiologiques. Ce nombre correspond «au nombre moyen d'infections secondaires causées par un seul individu infectieux typique au sein d'une population entièrement susceptible» [2]. Plus le R_0 est élevé, plus la maladie est agressive. Ce facteur varie selon la maladie et même selon le lieu. Connaître ce nombre nous aide à déterminer les efforts



nécessaires pour maîtriser et éradiquer la maladie au sein de la population [2]. Dans le modèle du processus de ramification, le nombre prévu de personnes atteintes par la maladie au niveau suivant (R_0) est égal à $p \times k$, où le p est la probabilité de transmission de la maladie entre deux nœuds voisins, et le k est le nombre de nœuds avec lesquels chaque nœud est en contact au niveau suivant. Dans ce modèle, si le R_0 est inférieur à un, la maladie disparaîtra après un nombre fini de transmissions, tandis que s'il est supérieur à un, il est probable que la maladie continuera à se propager dans la population indéfiniment [1]. Bien que le R_0 n'ait pas cette propriété dans les modèles plus complexes, ses différentes quantités pour la même maladie à divers endroits et à divers moments, illustre que les structures de réseau jouent un rôle important dans la propagation d'une maladie. Le 8 février 2020, on estimait que le R_0 de la COVID-19 se situait entre 1,4 et 6,49 [4]. Pour faire baisser ce nombre, on peut diminuer le p en appliquant des mesures sanitaires ou réduire le k en gérant les réseaux de contacts par le télétravail, la quarantaine, etc. La figure 2 montre la dichotomie du R_0 et les mesures envisageables pour réduire le risque de pandémie. L'estimation en temps réel du facteur de reproduction de base peut s'avérer très utile pour évaluer les stratégies d'intervention en matière de santé publique.

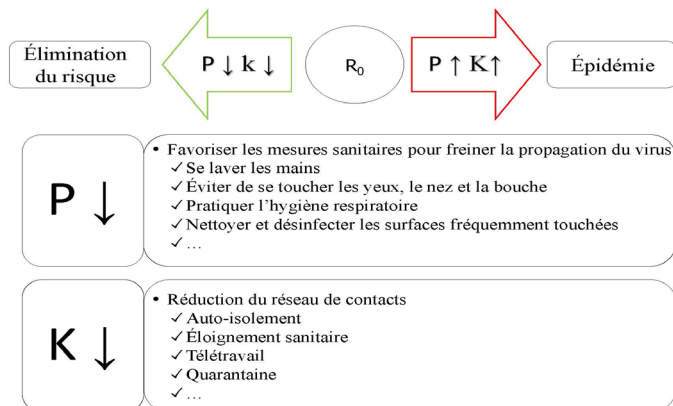


Figure 2 : Mesures visant à réduire la propagation de la COVID-19

En conclusion, l'étude de la dynamique et des propriétés des modèles épidémiologiques et des réseaux sous-jacents, combinée à la collecte de données précises en temps réel, fournira aux décideurs des renseignements précieux qui les aideront à prendre les mesures appropriées. Cela permettra de mieux contrôler la maladie et de contribuer à aplatir la courbe épidémique de façon à rendre gérable la charge de travail du système de santé. Cela permettra aussi aux scientifiques de gagner un temps précieux pour travailler à la production de trousse de dépistage plus rapides, de médicaments appropriés et d'un vaccin, tout en atténuant les conséquences économiques. De nombreuses recherches sont menées dans le monde entier, et des rapports préliminaires sont mis à la disposition de tous. Sur le serveur de prépublications en libre accès arXiv, on a même créé un lien rapide vers les prépublications

d'arXiv (885), de medRxiv (2717) et de bioRxiv (651) portant sur la COVID-19 et le SARS-CoV-2 [9]. Toutefois, il est précisé que les prépublications électroniques figurant sur le site n'ont pas été révisées par des pairs et qu'elles «ne devraient pas être considérées comme étant concluantes, ni guider la pratique clinique/ le comportement en matière de santé, ni être relatées dans les médias comme s'il s'agissait d'information avérée» [10].

- [1] **Easley, D, Kleinberg, J** (2012) Networks, crowds, and markets: Reasoning about a highly connected world, 9:43–44.
- [2] **Farrington, CP, Kanaan, MN, Gay, NJ** (2001) Estimation of the basic reproduction number for infectious diseases from age-stratified serological survey data, *Journal of the Royal Statistical Society: Series C (Applied Statistics)*, 50(3):251–292.
- [3] **Keeling, MJ, Eames, K** (2005) TD Networks and epidemic models, *Journal of the Royal Society Interface*, 2(4):295–307.
- [4] **Liu, Y, Gayle, AA, Wilder-Smith, A and Rocklöv, J** (2020) The reproductive number of COVID-19 is higher compared to SARS coronavirus, *Journal of travel medicine*.
- [5] Pandemic. 2020. In Merriam-Webster.com. <https://www.merriam-webster.com/dictionary/pandemic>. Accessed May 8, 2011.
- [6] **World Health Organization** (January 21, 2020) Novel Coronavirus (2019-nCoV) Situation report - 1.
- [7] **World Health Organization** (March 11, 2020) Novel Coronavirus (2019-nCoV) Situation report - 51.
- [8] **World Health Organization**, (June 15, 2020) Novel Coronavirus (2019-nCoV) Situation report - 147.
- [9] **arXiv**, COVID-19 Quick Links, <https://arxiv.org/>. Accessed May 13, 2020.
- [10] **bioRxiv**, COVID-19 SARS-CoV-2 preprints from medRxiv and bioRxiv, <https://connect.biorxiv.org/relate/content/181>. Accessed May 13, 2020. ■

Narges Serehti, Epidemic models and coronavirus disease.
Séminaire présenté à l'occasion de la 4^e Journée des étudiants
le 11 mars 2020

Narges Serehti
GERAD & HEC Montréal

Epidemic models and COVID-19

Narges Sereshti obtained the 2nd Best Presentation Award (ex aequo) at the 4th GERAD Students Day on March 11, 2020. Here is a summary of her presentation.

No one could have imagined that a coronavirus identified in late 2019 would cause a huge crisis almost everywhere in the world. Many people have been infected and many have passed away as a result of this disease. Flights have been cancelled, schools and universities have been closed, and companies have either ceased operations, decreased their workload or made employees work from home. The price of oil has dropped drastically and the economy is heading toward a crash. The first report of the World Health Organizations (WHO) about COVID-19 showed that the first confirmed case was reported on December 31, 2019, in Wuhan, China [6]. On March 11, the WHO announced it was classifying COVID-19 as a pandemic [7]. By June 15, many countries had been affected, and the total number of confirmed cases reached 7.8 million. Among those, more than 431,000 have passed away [8].

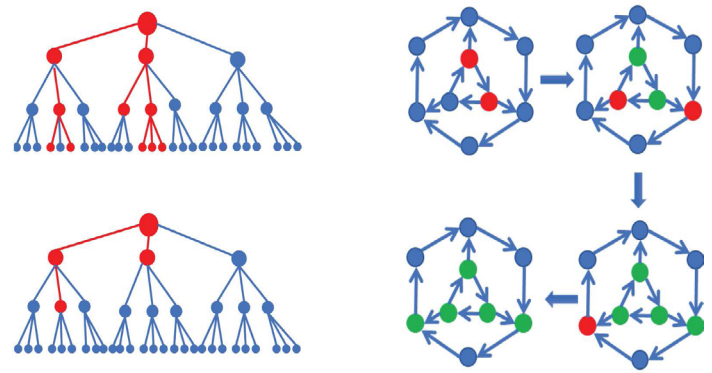
According to Merriam-Webster [5] "An epidemic is defined as an outbreak of disease that spreads quickly and affects many individuals at the same time. A pandemic is a type of epidemic (one with greater range and coverage), an outbreak of a disease that occurs over a wide geographic area and affects an exceptionally high proportion of the population."

In addition to the pathogen's characteristics, such as severity, contagiousness and infectious period, its spread pattern is substantially impacted by the underlying network. The way the pathogen transmits and the contact network between people define the pathogen's underlying network [1]. In such a network, there is a node for each person. There is an edge between two nodes if they are in contact with each other and if there is a possibility of disease transmission between them. There are varied epidemic models in the literature, such as the branching process, SIR model, SIS model and SIRS models.

The branching process is the simplest model that can be applied to a tree-like network structure, as shown in Figure 1.a. In each layer, a node is in contact with k people and with probability p the disease will transmit to the next person. In Figure 1.a, the red nodes are considered the infectious ones: the top diagram shows more aggressive epidemics, while the diagram below shows a milder one.

In addition to the branching process, there are more complex models that consider different states for an individual node and that can be applied to any network structure. One of the most famous of these models is the SIR model, in which each individual node goes through three different states: i) susceptible (S) is the state when the node does not have the disease but is susceptible to getting it from its neighbours; ii) infectious (I) means the node has caught the disease and is infectious to its susceptible neighbours; and iii) removed (R) is the state in which the node has passed its infectious period and has become immune to the disease [1]. This model is depicted in Figure 1.b, where the

red nodes are in an infectious state, the blue nodes are susceptible and the green nodes are in the removed state.



(a) Branching process model (b) SIR model
Figure 1: Two examples of epidemic models, adapted from [1]

SIS is a different model. In it, an individual node is not removed after passing the infectious period; instead, it becomes susceptible to be infected again. SIRS is considered a synchronization of the SIR and SIS models. In SIRS, an individual node is immune for a limited amount of time and then becomes susceptible and may become infectious again afterwards. In cases where the susceptible node first goes through a latency period before becoming infectious, an Exposed (E) state is added to the model and the model becomes a SEIR model.

These are the basic models. There are many extensions to make them more realistic. Some of these consider different probabilities between different nodes and the stochasticity of some of the parameters. These epidemiological models are usually analyzed on the basis of population-wide random mixing, which is not the case in the real world. Keeling and Eames [3] investigated the dynamics of SIR epidemic models based on five different simulated network structures and showed how the network structure can affect the epidemic pattern. Recent advances in mobile and GPS technology will help track movement and define the underlying network in real time.

The basic reproduction number (R_0) is perhaps the most useful parameter in epidemic theory [2] and in investigating epidemic patterns. This number is defined as "the average number of secondary infections generated by a single typical infectious individual in a totally susceptible population" [2]. The larger the R_0 , the more aggressive the disease. This number varies by disease and even by location. Having knowledge about this number helps us define the efforts to control and eliminate the disease from the population [2]. In the branching process model, the expected number of people with the disease in the next layer (R_0) is equal to $p \times k$, in which p is the probability of disease transmission between two neighbouring nodes, and k is the number of nodes that each node is in contact with in the next layer. In this model, if R_0 is less than one, the disease will die out after a finite number of transfers, while if it is more than one, there is a probability that it will continue to spread through the population infinitely.



tely [1]. Although R_0 does not have this property in more complex models, its different amounts for the same disease at different places and times, show that network structures play an important role in the spread of a disease. As of February 8, 2020, the R_0 of COVID-19 was estimated to be in the range of 1.4 to 6.49 [4]. To bring this number down, we can decrease p by using health measures or reduce k by managing the contact network through telework, quarantine, etc. Figure 2 shows the dichotomy of R_0 and the possible measures to reduce the risk of the pandemic. The real-time estimation of the basic reproduction number can be very helpful in evaluating public health intervention strategies.

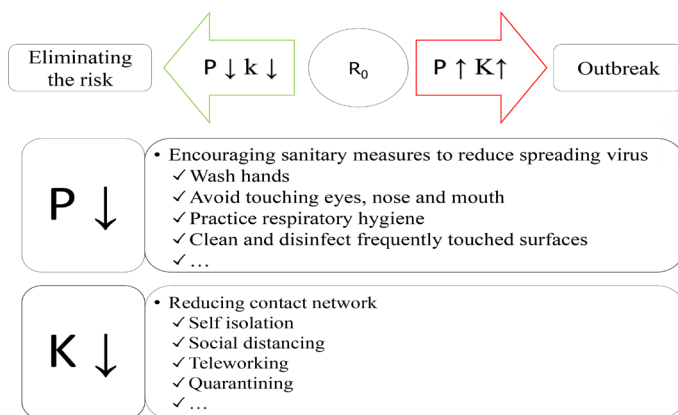


Figure 2: Measures to reduce the spread of COVID-19

In conclusion, investigating the dynamics and properties of epidemiological models and the underlying networks, combined with accurate, real-time data gathering, will provide decision-makers with invaluable information to take the right actions. This will improve control over the disease and help flatten the epidemic curve, so that the load on the healthcare system is manageable. It will also buy scientists valuable time to work on producing faster testing kits, suitable medications and a vaccine, while mitigating economic effects as well. A great deal of research is being conducted worldwide, and preliminary reports are being made available to everyone. The open-access preprint server arXiv even built a quick link to COVID-19 SARS-CoV-2 preprints from arXiv (885), medRxiv (2717) and bioRxiv (651) [9], while specifying that the e-prints posted on the site were not peer reviewed and “should not be regarded as conclusive, guide clinical practice/health-related behavior, or be reported in news media as established information”[10].

- [1] **Easley, D, Kleinberg, J** (2012) Networks, crowds, and markets: Reasoning about a highly connected world, 9:43–44.
- [2] **Farrington, CP, Kanaan, MN, Gay, NJ** (2001) Estimation of the basic reproduction number for infectious diseases from age-stratified serological survey data, *Journal of the Royal Statistical Society: Series C (Applied Statistics)*, 50(3):251–292.
- [3] **Keeling, MJ, Eames, K** (2005) TD Networks and epidemic models, *Journal of the Royal, Society Interface*, 2(4):295–307.
- [4] **Liu, Y, Gayle, AA, Wilder-Smith, A and Rocklöv, J** (2020) The reproductive number of COVID-19 is higher compared to SARS coronavirus, *Journal of travel medicine*.
- [5] **Pandemic**. 2020. In Merriam-Webster.com. <https://www.merriam-webster.com/dictionary/pandemic>. Accessed May 8, 2011.
- [6] **World Health Organization** (January 21, 2020) Novel Coronavirus (2019-nCoV) Situation report - 1.
- [7] **World Health Organization** (March 11, 2020) Novel Coronavirus (2019-nCoV) Situation report - 51.
- [8] **World Health Organization**, (June 15, 2020) Novel Coronavirus (2019-nCoV) Situation report - 147.
- [9] **arXiv**, COVID-19 Quick Links, <https://arxiv.org/>. Accessed May 13, 2020.
- [10] **bioRxiv**, COVID-19 SARS-CoV-2 preprints from medRxiv and bioRxiv, <https://connect.biorxiv.org/relate/content/181>. Accessed May 13, 2020. ■

Narges Serehti, Epidemics models and coronavirus disease.
Presentation at the 4th GERAD Students Day, March 11, 2020

Narges Sereshti
GERAD & HEC Montréal

Interception des véhicules à charge illégale dans les réseaux de transport

L'article original* dont on trouve ici un résumé a reçu une mention honorable dans le cadre de la remise du Prix du meilleur article de l'année par l'association internationale INFORMS Transportation Science and Logistics (TSL).

L'objectif de notre article est de présenter un algorithme exact pour le problème de captage des flux de contournement (PCFC), qui a été introduit par Marković et al. (2015). Le PCFC considère un réseau de transport dans lequel une autorité réglementaire établit des installations de contrôle pour intercepter les camions dont le poids dépasse la limite autorisée. Ces véhicules peuvent dévier de leur itinéraire, selon une tolérance donnée, pour contourner ces installations. Compte tenu de ce comportement non coopératif, l'objectif du PCFC est de déterminer l'emplacement des installations des autorités de manière à réduire au minimum le coût d'établissement des installations, ainsi que le coût des dommages causés aux routes par le flux des véhicules non interceptés. Ce problème peut s'appliquer au transport des marchandises, à la gestion des revenus et à la gestion de la sécurité.

Dans les problèmes classiques liés à l'emplacement des installations, la demande est généralement modélisée en fonction des nœuds d'un réseau. Cependant, les applications visant à capter les flux de véhicules nécessitent souvent un traitement de la demande différent. À cette fin, Hodgson (1990) et Berman et al. (1992) ont défini la demande comme étant les flux de véhicules entre les paires origine-destination (OD), et ils ont introduit le problème de captage des flux (PCF) pour positionner les installations de manière à optimiser l'interception des flux de véhicules. Le PCF peut être divisé en trois catégories en fonction du comportement des conducteurs quant à leur trajet par rapport à l'emplacement des installations. 1) Dans les applications liées à l'emplacement de panneaux d'affichage ou d'une station de comptage du trafic, les chauffeurs sont neutres par rapport à l'emplacement des installations et ils suivent des trajets fixes prédéterminés. 2) Les chauffeurs sont coopératifs et ils modifient leur itinéraire pour être interceptés par les installations établies, dans la mesure où celles-ci offrent des services, par exemple des guichets automatiques ou des stations de carburant de remplacement. 3) Dans les applications concernant l'inspection ou la sécurité, les camionneurs ne sont pas coopératifs et ils modifient leurs itinéraires pour échapper aux installations établies. Le PCFC appartient à cette dernière catégorie.

Le PCFC ajoute une dimension importante à la littérature consacrée au PCF, car il tient compte de la volonté des chauffeurs dont les camions sont trop lourds d'allonger leur itinéraire selon un facteur prédéterminé de leurs trajets origine-destination les plus courts, afin d'éviter de se faire intercepter alors qu'ils endommagent les routes. Notre article a pour but de présenter des approches innovantes permettant de résoudre ce problème très complexe lié au transport des marchandises, en portant une attention particulière à la recherche opérationnelle.

Notre objectif est de proposer de nouveaux modèles de PCFC, d'étudier leurs propriétés théoriques et, finalement, de concevoir des algorithmes de solution efficaces. Les modèles précédents du PCFC reposaient sur la génération exhaustive de tous les itinéraires au préalable. Cependant, ces modèles demandent rapidement des calculs prohibitifs lorsque le nombre d'instances augmente, en particulier lorsque des chauffeurs non coopératifs sont prêts à s'écarter considérablement de leurs trajets les plus courts. L'un des principaux défis du PCFC découle de la présence d'objectifs contradictoires entre l'organisme d'application de la loi et les chauffeurs délinquants. Nous avons relevé ce défi en développant un modèle à deux niveaux qui ne requiert pas de génération d'itinéraires au préalable. La transformation des contraintes et la théorie de la dualité nous ont permis de transformer avec succès le modèle à deux étapes ainsi obtenu en un modèle compact à une seule étape. En outre, nous avons appliqué une analyse polyédrique à ce modèle compact à une étape en définissant les droites extrêmes de son cône polyédrique. Nous avons ensuite projeté des variables auxiliaires et obtenu une formule comportant un nombre exponentiel de contraintes associées aux trajectoires dans le réseau. Nous avons démontré que l'inégalité de projection donne lieu à une inégalité à facettes. Le modèle qui en résulte a été résolu par un algorithme de branch-and-cut dans lequel la procédure de séparation a été effectuée en résolvant un problème de chemin le plus court comportant des contraintes de ressources. Lorsque les solutions sont des nombres entiers, le problème de séparation se réduit davantage en un problème de chemin le plus court. L'efficacité de notre méthodologie a été confirmée par des expérimentations numériques approfondies sur des réseaux comportant jusqu'à 500 nœuds et une tolérance d'écart de 20 % par rapport à la longueur du chemin le plus court. Plus particulièrement, nous avons démontré que la résolution de notre meilleur modèle par *branch-and-cut* pour des instances de 25 nœuds permettait une réduction du temps d'utilisation de processeur d'au moins deux ordres de grandeur par rapport au meilleur algorithme publié. Enfin, nous avons considérablement augmenté le nombre d'instances qui peuvent être résolues de façon optimale.

Berman O, Larson RC, Fouska N (1992) Optimal location of discretionary service facilities. *Transportation Science* 26(3):201–211.

Hodgson MJ (1990) A flow-capturing location-allocation model. *Geographical Analysis* 22(3):270–279.

Marković N, Ryzhov IO, Schonfeld P (2015) Evasive flow capture: Optimal location of weigh-in-motion systems, tollbooths, and security checkpoints. *Networks* 65(1):22–42. ■

***Arslan, O, Jabali, O, Laporte, G** (2018) Exact solution of the evasive flow capturing problem. *Operations Research* 66(6):1625–1640.

Okan Arslan, Ola Jabali, Gilbert Laporte*
HEC Montréal & *GERAD

Intercepting the unlawful vehicles in transportation networks

The original article received an honourable mention in the awarding of the Best Paper of the Year Award by the international association INFORMS Transportation Science and Logistics (TSL).*



The purpose of our paper is to present an exact algorithm for the evasive flow capturing problem (EFCP), which was introduced by Marković et al. 2015. The EFCP considers a transportation network in which a regulatory authority locates law enforcement facilities to intercept overweight trucks. These vehicles may deviate, within a given tolerance, from their routes to avoid encountering such facilities. Taking this noncooperative behavior into account, the objective of the EFCP is to determine the location of law enforcement facilities so as to minimize the cost of locating facilities and the cost of damage caused to the roads by non-intercepted vehicle flows. The problem has applications in freight transportation, revenue management, and security management.

In classical facility location problems, demand is typically modeled at the nodes of a network. However, applications centered around capturing vehicle flows often necessitate a different treatment of the demand. To this end, Hodgson (1990) and Berman et al. (1992) defined the demand as vehicle flows between origin-destination (OD) pairs and introduced the flow capturing problem (FCP) to locate facilities such that the intercepted vehicle flow is maximized. The FCP can be broadly classified into three categories, which are distinguished with respect to the drivers' routing behavior towards the located facilities. (1) In applications such as locating billboards or traffic counting station, the drivers are neutral to facility locations and use predetermined fixed paths. (2) The drivers cooperatively change their routes to be intercepted by the located facilities, if these offer services, e.g., automated teller machines, or alternative fuel stations. (3) In inspection and security applications, the truck drivers non-cooperatively modify their routes to evade the located facilities. The EFCP belongs to the latter category.

The EFCP adds an important dimension to the FCP literature by accounting for the fact that overweight truck drivers are willing to increase their path length by a predetermined

factor of the shortest path between their ODs, so as not to be intercepted while damaging the roads. The focus of our paper is to present innovative approaches for solving this highly complex problem in freight transportation, with an emphasis on operations research. Our aim is to propose new models for the EFCP, study their theoretical properties, and ultimately devise efficient solution algorithms. The previous available models for the EFCP worked with an exhaustive pregeneration of all routes. However, such models soon become computationally prohibitive when the instance size increases, especially when noncooperative drivers are willing to significantly deviate from their shortest paths. One of the major challenges of the EFCP results from the presence of the conflicting aims of the law enforcement body and of the unlawful drivers, which we have tackled by developing a bilevel model that does not require the pregeneration of routes. Using constraint transformation and duality theory, we successfully transformed the resulting two-stage model into a compact single stage one. Furthermore, we have applied a polyhedral study on this compact single-stage model by describing extreme rays of its polyhedral cone. We then projected out auxiliary variables and derived a formulation with an exponential number of constraints, which are associated with the paths in the network. We have proved that the projection inequality yields a facet-defining inequality. The resulting model was solved by a branch-and-cut algorithm, in which the separation procedure was performed by solving a resource-constrained shortest path problem. When the solutions are integer, the separation problem further reduces to a shortest path problem. Extensive numerical experiments on networks containing up to 500 nodes and a 20% deviation tolerance with respect to the shortest path length have confirmed the efficacy of our methodology. In particular, we have shown that solving our best model by branch-and-cut yielded a CPU time reduction of at least two orders of magnitude on 25-node instances with respect to the best published algorithm. Finally, we have significantly increased the size of the instances that can be solved to optimality.

Berman O, Larson RC, Fouska N (1992) Optimal location of discretionary service facilities. *Transportation Science* 26(3):201–211.

Hodgson MJ (1990) A flow-capturing location-allocation model. *Geographical Analysis* 22(3):270–279.

Marković N, Ryzhov IO, Schonfeld P (2015) Evasive flow capture: Optimal location of weigh-in-motion systems, tollbooths, and security checkpoints. *Networks* 65(1):22–42. ■

***Arslan, O, Jabali, O, Laporte, G** (2018) Exact solution of the evasive flow capturing problem. *Operations Research* 66(6):1625–1640.

Okan Arslan, Ola Jabali, Gilbert Laporte*
HEC Montréal & *GERAD

Inciter les navetteurs à covoiturer : une vaste expérience de terrain avec Waze

La congestion routière est un problème sérieux à l'échelle mondiale. Une solution possible, qui ne nécessite aucun investissement en matière d'infrastructures, consisterait à persuader les automobilistes qui circulent seuls d'opter pour le covoiturage. Nous avons tiré parti du service Waze Carpool et avons mené une vaste expérience de terrain pour encourager les navetteurs à faire du covoiturage. Notre expérience de terrain a porté sur un échantillon de 537 370 navetteurs répartis dans quatre États américains entre le 10 juin et le 3 juillet 2019. Nous avons étudié le compromis entre deux types d'incitatifs : la compensation pécuniaire et le gain de temps. Nous avons identifié trois types d'utilisateurs : (i) les utilisateurs qui pouvaient réduire considérablement leur temps de transport en faisant du covoiturage sur une voie réservée à cette fin, (ii) les utilisateurs qui pouvaient utiliser la voie de covoiturage, mais qui n'obtenaient ainsi qu'un faible gain de temps, et (iii) les utilisateurs qui n'avaient pas accès à une voie de covoiturage lors de leur trajet quotidien. Pour chaque utilisateur, nous avons estimé le gain de temps potentiel si celui-ci utilisait la voie de covoiturage pour son trajet quotidien. Nous avons envisagé plusieurs types de traitements (des notifications au sein de l'application) aux formulations variées : mention de la voie de covoiturage, indication du gain de temps, mention explicite de la compensation pécuniaire et message générique.

Nous avons observé une corrélation saisissante entre l'intention de covoiturer et le gain de temps potentiel procuré par une voie de covoiturage. Plus précisément, nous avons estimé que la mention de la voie de covoiturage augmentait le taux de clics et le taux de conversion de 133 %-185 % et de 64 %-141 % respectivement quand on la comparait à un message générique. Nous avons constaté aussi que la compensation n'était pas un facteur déterminant pour inciter les navetteurs à covoiturer. Il semble donc qu'il soit plus efficace de mentionner explicitement le bénéfice (dans ce cas, la voie de covoiturage) que d'offrir une compensation pécuniaire. Nous en avons conclu que l'incitation au covoiturage n'est efficace pour les utilisateurs intensifs que si elle soulignait explicitement le bénéfice que l'on en retirait. Il ne suffisait pas d'envoyer un message générique aux utilisateurs ayant une forte intention de covoiturer, et cela pouvait être moins efficace que d'offrir une compensation aux utilisateurs ayant une faible intention de covoiturer. Finalement, nous avons découvert que nos interventions accroissaient considérablement l'intention de covoiturer, sans toutefois stimuler l'adoption du covoiturage. Par conséquent, des actions supplémentaires seront sans doute nécessaires pour favoriser l'adoption du covoiturage. Cette recherche pourrait avoir des incidences intéressantes sur la conception d'applications de covoiturage et nous aider à mieux comprendre les facteurs clés susceptibles d'inciter les navetteurs à covoiturer. ■

Incentivizing commuters to carpool: A large field experiment with Waze

Traffic congestion is a serious global issue. A potential solution, which requires zero investment in infrastructure, is to convince solo car users to carpool. We leveraged the Waze Carpool service and ran a large field experiment to nudge commuters to carpool. Our field experiment involved a sample of 537,370 commuters across four US states, between June 10 and July 3, 2019. We studied the tradeoff between two types of incentives: highlighting monetary compensation and time saving. We identified three types of users: (i) users who can save a significant commute time by carpooling through the use of a high-occupancy vehicle (HOV) lane, (ii) users who can still use the HOV lane but with a low time saving, and (iii) users who do not have access to an HOV lane on their daily commute. For each user, we estimated the potential time saving had this user used the HOV lane for his/her commute. We considered several treatments (i.e., in-app notifications) involving varying the framing of the notification: mentioning the HOV lane, highlighting the time saving, explicitly mentioning the monetary incentive, and sending a generic message.

We found a strong relationship between carpool intent and the potential time saving through an HOV lane. Specifically, we estimated that mentioning the HOV lane increases the click-through rate and conversion rate by 133–185% and 64–141%, respectively, relative to sending a generic message. We also found that compensation is not a critical driver to nudge commuters to carpool. This suggests that explicitly mentioning the benefit (in our case, the HOV lane) works better than offering a monetary incentive. We concluded that incentivizing high-intent users is effective only when explicitly highlighting the benefit of carpooling. Sending a generic message to high-intent users is not enough and can be worse than offering compensation to low-intent users. Finally, we found that our interventions substantially boosted carpool intent but did not affect carpool adoption. As a result, to stimulate carpool adoption, additional follow-up interventions may be needed. This research has interesting implications for the design of carpooling platforms and helps sharpen our understanding of the key drivers that can nudge commuters to carpool. ■

Maxime Cohen, *Incentive commuters to carpool: A large field experiment with Waze*, Séminaire du GERAD, 6 février 2020

Cohen, M., Fiszer, M.-D., Ratzon, A., Sasson, R. (September 23, 2019) *Incentivizing commuters to carpool: A large field experiment with Waze*. Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3458330> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3458330>

Maxime C. Cohen*, Michael-David Fiszer**, Avia Ratzon**, Roy Sasson**

*CIRRELT & Université McGill, **Google & Waze



LOÏC BODART

Responsable de groupe de développement algorithmes |
Team leader of algorithms development
GIRO Inc., département de développement

Mémoire de maîtrise | Master's Thesis:
Construction simultanée d'horaires de chauffeurs et d'itinéraires
d'autobus

Département de mathématiques et de génie industriel
Polytechnique Montréal, 2004

Dirigé par | Supervised by:
Guy Desaulniers (Polytechnique Montréal) et
Jacques Desrosiers (HEC Montréal)



TEKOGAN HEMAZRO

Premier directeur, Analyse quantitative - Revenu fixe |
Managing director, Fixed income quantitative analysis
Caisse dépôt et placement du Québec, département Revenu
Fixe

Thèse de doctorat | Doctoral Thesis:
Trois problèmes d'optimisation dans les réseaux cellulaires et
optiques
Département de génie électrique
Polytechnique Montréal, 2005

Dirigé par | Supervised by:
Brigitte Jaumard (Polytechnique Montréal) et
Odile Marcotte (Polytechnique Montréal)



FILIPPO MALANDRA

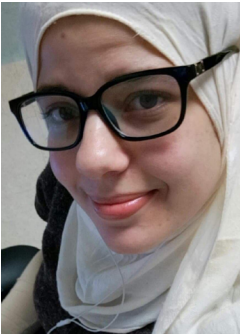
Professeur adjoint en Recherche |
Assistant professor of research
University at Buffalo, département de génie électrique

Thèse de doctorat | Doctoral Thesis:
A framework for the performance analysis and simulation of
RF-Mesh Advanced Metering Infrastructures for Smart Grid
applications

Département de génie électrique
Polytechnique Montréal, 2016

Dirigé par | Supervised by:
Brunilde Sansò (Polytechnique Montréal)





Imène Benkalai

2019/09 - ...

Université du Québec à Chicoutimi
Département d'informatique et de mathématique

Dirigée par | Supervised by:
Sara Séguin (Université du Québec à Chicoutimi)

Imène Benkalai obtient son doctorat en sciences et technologies de l'information avec mention « excellent » à l'Université du Québec à Chicoutimi (UQAC) en décembre 2018. Ses études doctorales sous la supervision des professeurs Djamel Rebaïne (UQAC) et Pierre Baptiste (Polytechnique Montréal) ont porté sur l'ordonnancement d'ateliers en présence d'opérateurs. Dans ce cadre, elle a étudié et développé des modèles d'intervention d'opérateurs humains dans des problèmes d'ateliers pouvant être rencontrés notamment en industrie. Après des études de complexité, plusieurs types de méthodes de résolution ont ensuite été proposés dépendamment de la complexité du problème (algorithmes polynomiaux, heuristiques, métaheuristiques, etc.).

Imène travaille actuellement principalement aux côtés de Sara Séguin (UQAC). Son projet est centré sur l'étude de modélisation en optimisation hydroélectrique et l'étude du couplage entre les modèles à moyen terme et à court terme et tout ce que cela impliquerait comme ajustements dans des situations réelles. Elle travaille également avec Djamel Rebaïne et Joëlle Bouchard sur un problème de gestion de livraison avec une entreprise de restauration où il s'agit de développer un outil informatique facile d'utilisation permettant à l'entreprise de gérer ses routes de livraison, mais aussi sa flotte de véhicules ainsi que ses employés. ■

Imène Benkalai graduated with honours from her doctoral program in science and information technology at the Université du Québec à Chicoutimi (UQAC) in December 2018. Her doctoral studies, supervised by Professors Djamel Rebaïne (UQAC) and Pierre Baptiste (Polytechnique Montréal), focused on workshop scheduling with operators. Within this area, she studied and developed human operator intervention models in workshop problems that can be encountered in industrial settings, for instance. After complexity studies, several types of solution methods were proposed, in accordance with the complexity of the problem at hand (polynomial algorithms, heuristics, metaheuristics, etc.).

Imène is currently and mainly working alongside Sara Séguin (UQAC). Her work focuses on hydroelectric optimization modelling and on coupling studies between medium- and short-term models and the consequent requirements in terms of adjustments for real-life situations. At UQAC, she is also working with Djamel Rebaïne and Joëlle Bouchard on a delivery management problem with a food-service business. They are developing an easy-to-use computerized tool that would allow the business to manage its delivery routes, vehicle fleet and employees. ■



Shuang Gao

2019/02 - ...

Université McGill
Département de génie électrique et informatique

Dirigé par | Supervised by:
Peter E. Caines (McGill University)

Shuang Gao est actuellement chercheur postdoctoral au GERAD et au Centre for Intelligent Machines de l'Université McGill. Il a obtenu son doctorat en génie électrique à l'Université McGill en février 2019 sous la supervision du professeur Peter E. Caines, MSRC. Sa thèse portait sur l'étude de l'analyse et du contrôle des réseaux à très grande échelle (very large-scale networks ou VLSN) de systèmes dynamiques multiagents. Une grande partie de ses travaux se concentrait sur la mise au point de méthodologies de contrôle précises et approximatives (centralisées et collaboratives) pour les systèmes dynamiques linéaires sur les VLSN basés sur la théorie des graphons et la théorie des systèmes à dimension infinie, un sujet que l'on nomme maintenant théorie du contrôle des graphons. Un autre volet de ses travaux est l'étude des mesures de centralité pour les réseaux de systèmes dynamiques multiagents suivant des protocoles de consensus.

Les travaux postdoctoraux de Shuang Gao portent sur les extensions théoriques, les méthodes de solution à faible complexité et les applications de la théorie du contrôle des graphons et celle des graphons des jeux à champ moyen. Ses travaux d'application sont présentement axés sur les réseaux de propagation épidémiques et les réseaux neuronaux biologiques. Les autres domaines de recherche qui l'intéressent sont le contrôle distribué et décentralisé, la modélisation des réseaux et l'apprentissage sur les réseaux à grande échelle. ■

Shuang Gao is currently a postdoctoral researcher at GERAD and at the Centre for Intelligent Machine at McGill University. He received his PhD degree in Electrical Engineering from McGill University in February 2019, under the supervision of Professor Peter E. Caines, FRSC. His PhD work focused on the study of analysis and control of very large-scale networks (VLSNs) of multi-agent dynamical systems. A major part of the work pioneered exact and approximate (centralized and collaborative) control methodologies for linear dynamical systems on VLSNs based on graphon theory and the theory of infinite dimensional systems, a topic now called Graphon Control theory. Another topic of the work studies centrality measures for networks of multi-agent dynamical systems following consensus protocols.

Dr. Gao's postdoctoral work is on theoretical extensions, low-complexity solution methods and applications of Graphon Control and Graphon Mean Field Games theory, where the application work is currently focused on epidemic spread networks and biological neural networks. His other research interests include distributed and decentralized control, network modelling, and learning on large-scale networks. ■



Paulin Jacquot

2020/02 - ...

Polytechnique Montréal
Département de mathématiques et de
génie industriel

Dirigé par | Supervised by:
Sébastien Le Digabel (Polytechnique
Montréal)

Paulin Jacquot a obtenu un doctorat en mathématiques appliquées de l'Université Paris-Saclay (France) en décembre 2019, préparé au Centre de Mathématiques Appliquées de l'École Polytechnique (CMAP, Palaiseau, France). Avant cela, il a également obtenu le Master de recherche opérationnelle de l'Université Paris-Saclay et le diplôme d'ingénieur de l'École polytechnique. Durant son doctorat, Paulin a travaillé en partenariat avec le département de R&D d'EDF, principal producteur et fournisseur d'électricité en France. Sa thèse, dirigée par Stéphane Gaubert (Inria, CMAP) portait sur les méthodes d'optimisation et de théorie des jeux appliquées aux systèmes électriques décentralisés, en particulier pour la gestion des flexibilités de consommation distribuées.

Paulin a rejoint le GERAD et Polytechnique Montréal en tant que chercheur postdoctoral depuis février 2020, sous la supervision de Sébastien Le Digabel. Il travaille, en partenariat avec le centre de recherche d'Hydro-Québec (IREQ), sur les méthodes d'optimisation pour les ressources énergétiques distribuées et pour le contrôle du réseau de transport d'électricité. Ses principaux sujets d'intérêt sont l'optimisation distribuée, la théorie des jeux, les systèmes multi-agents, et les applications de ces méthodes aux systèmes électriques intelligents. ■

Paulin Jacquot completed his PhD in applied mathematics from Université Paris-Saclay (France) in December 2019. During his PhD, he worked out of the CMAP, in partnership with the R&D department of EDF (France's main electricity producer and supplier). His thesis, supervised by Stéphane Gaubert (Inria, CMAP), dealt with optimization methods and game theory as applied to decentralized electricity grids, and more specifically on distributed consumption flexibility management. Prior to that, he received his master's degree in operational research from Université Paris-Saclay (France) and his engineering degree from École Polytechnique (CMAP, Palaiseau, France).

Paulin has been a postdoctoral researcher with GERAD and Polytechnique Montréal since February 2020, under the supervision of Sébastien Le Digabel. Paulin is working in partnership with Hydro-Québec's Research Institute (IREQ) on optimization methods for distributed energy resources and for electrical transportation network control. His main areas of interest are distributed optimization, game theory, multi-agent systems and applications of these methods for smart electrical systems. ■



Aleksandr M. Kazachkov

2018/05 - ...

Polytechnique Montréal
Département de mathématiques et de
génie industriel

Dirigé par | Supervised by:
Andréa Lodi (Polytechnique Montréal)

Aleksandr M. Kazachkov est un chercheur postdoctoral sous la supervision d'Andrea Lodi (Polytechnique Montréal). Il a obtenu son doctorat sous la supervision d'Egon Balas à l'Université Carnegie Mellon, où il a exploré des techniques pour intégrer des plans coupants disjonctifs plus forts dans les solveurs d'optimisation. À Montréal, il a poursuivi ses recherches sur l'optimisation discrète en étudiant les relations entre la force et la densité des coupes et la façon d'utiliser les méthodes d'apprentissage machine pour améliorer les critères de sélection des coupes dans les solveurs. Ces deux projets visent à approfondir notre compréhension fondamentale de la façon dont différentes coupes et relaxations de problèmes affectent le processus d'optimisation qui s'ensuit, tout en visant une incidence concrète sur les nombreuses applications qui reposent sur l'optimisation. À cette même fin, et en complément de ses travaux méthodologiques, un autre axe de recherche pendant ses études postdoctorales a été la conception de mécanismes équitables impliquant l'allocation équitable de ressources indivisibles dans des domaines d'application tels que la logistique humanitaire, les politiques de répartition des dons, ainsi que le sport. En janvier 2021, il intégrera la faculté de l'Université de la Floride dans le département de génie industriel et d'ingénierie des systèmes. ■

Aleksandr M. Kazachkov is a postdoctoral researcher under Professor Andrea Lodi (Polytechnique Montréal). He completed his PhD under Professor Egon Balas at Carnegie Mellon University, where he investigated techniques for incorporating stronger disjunctive cutting planes into optimization solvers. In Montréal, he has continued his discrete optimization research by studying the interplay between the strength and sparsity of cuts and how to employ machine learning methods to improve cut selection criteria in solvers. Both of these projects aim to further our fundamental understanding of how different cuts and problem relaxations affect the ensuing optimization solution process, while targeting a practical impact on the many applications that rely on optimization. To this same end, and complementary to the methodological work, another research stream during his postdoctoral studies has been fair mechanism design, involving the fair allocation of indivisible resources in application areas such as humanitarian logistics, donation distribution policies, and sports. In January 2021, he will join the faculty of the University of Florida in the Industrial & Systems Engineering Department. ■



Pierre Hansen, a célébré ses 80 ans fin mars 2020. Pierre Hansen est membre du GERAD depuis le début des années 1990, alors qu'il se joignait au corps professoral de HEC Montréal. Il a également été directeur du GERAD de 1996 à 2001. Il est depuis 2004 titulaire de la Chaire d'exploitation des données à HEC Montréal.

Les travaux de Pierre Hansen portent sur plusieurs thématiques, en particulier les métaheuristiques (dont celle dite de recherche à voisinage variable), la programmation quadratique non convexe, la chimie mathématique et la découverte scientifique assistée par ordinateur. De plus, ses travaux peuvent s'appliquer à de nombreuses disciplines et présentent ainsi un remarquable caractère multidisciplinaire. Enfin, ses travaux sont abondamment cités : Pierre Hansen cumule en carrière près de 38,300 citations avec un h-index de 86, selon Google Scholar.

Son excellence scientifique lui a valu de nombreuses reconnaissances, dont la Médaille d'or EURO 1986 et le Grand prix de recherche 2013 de HEC Montréal. Il est de plus membre de l'Académie internationale de chimie mathématique et de la Société royale du Canada.

Le GERAD est donc particulièrement fier de compter un tel chercheur parmi ses membres. Bon anniversaire, Pierre! ■

Pierre Hansen, celebrated his 80th birthday in late March 2020. Pierre Hansen has been a member of GERAD since the early 1990s, when he joined the faculty of HEC Montréal. He was also director of GERAD from 1996 to 2001. Since 2004, he holds the Data Mining Chair at HEC Montréal.

Pierre Hansen's work focuses on several themes, in particular metaheuristics (including the so-called Variable Neighborhood Search approach), non-convex quadratic programming, mathematical chemistry and computer-assisted scientific discovery. In addition, his work can be applied to many disciplines and thus presents a remarkable multidisciplinary character. Finally, his work is widely cited: Pierre Hansen has accumulated nearly 38,300 citations in his career with an h-index of 86, according to Google Scholar.

His scientific excellence has earned him numerous recognitions, including the 1986 EURO Gold Medal and the 2013 HEC Montréal Grand Prize for Research. He is also a member of the International Academy of Mathematical Chemistry and the Royal Society of Canada.

GERAD is therefore particularly proud to count such a researcher among its members. Happy birthday, Pierre! ■

Olivier Bahn
Directeur du GERAD

Visiteurs | Visitors

2020/05

Fatiha Sadat (Université du Québec à Montréal, Canada)

2020/03

Paul Armand (Université de Limoges, France)

Stéphane Lafortune (University of Michigan, États-Unis)

Manuel Morales (Université de Montréal, Canada)

2020/02

Jason Chan (University of Minnesota, États-Unis)

Maxime Cohen (Université McGill, Canada)

Maxime Laborde (Université McGill, Canada)

Peggy Liu (University of Pittsburg, États-Unis)

2020/01

Mônica Castelo Guimarães Albuquerque (Universidade Federal do Ceará, Brésil)

William B. Haskell (Purdue University, États-Unis)

Mandy Hu (The Chinese University of Hong Kong, Chine)

Elena Parilina (Saint Petersburg State University, Russie)

2019/10

Xiao-Wen Chang (Université McGill, Canada)

2019/07 – 2020/07

Silvio Alexandre de Araujo (Universidade Estadual Paulista «Júlio de Mesquita Filho» (UNESP), Brésil)

Congés sabbatiques | Sabbatical leaves

Michel Denault (HEC Montréal)

1^{er} juin 2020 au 31 mai 2021

June 1st, 2020 to May 31, 2021

Guy Desaulniers (Polytechnique Montréal)

1^{er} juillet 2020 au 30 juin 2021

July 1st, 2020 to June 30, 2021

Jacques Desrosiers (HEC Montréal)

1^{er} juin 2020 au 31 mai 2021

June 1st, 2020 to May 31, 2021

Denis Larocque (HEC Montréal)

1^{er} juin 2020 au 31 mai 2021

June 1st, 2020 to May 31, 2021

Sébastien Le Digabel (Polytechnique Montréal)

30 août 2020 au 29 août 2021

August 30, 2020 to August 29, 2021



Stagiaires | Trainees

2020/03 - ...

Jitsama Tanlamai (Université McGill, Canada)

Nghia Thi Kim Le (The Arctic University of Norway, UiT, Norvège)

2020/01 - ...

Youssef Barkaoui (Université du Québec à Trois-Rivières, Canada)

Ludovic Bilodeau-Lafamme (Polytechnique Montréal, Canada)

Seungwoo Kim (Polytechnique Montréal, Canada)

2019/10 - ...

Omar Merhi (Polytechnique Montréal, Canada)

Sheng Zhai (Peking University, Chine)

2019/09 - 2020/02

Marcos Servare (Universidade Federal do Espírito Santo, Brésil)

2019/09 - ...

Jie Yuan (Jiangnan University, Chine)

2019/08 - 2019/12

Jørgen Skålnes (Norwegian University of Science and Technology, Norvège)

2019/06 - 2020/02

Ola Bdawy (AIMS Rwanda, Rwanda)

2019/05 - ...

Vincent Therrien (Polytechnique Montréal, Canada)

Abdelkader Zobiri (Polytechnique Montréal, Canada)

2019/03 - 2019/12

Elaheh Ghasemi (Yazd University, Iran)

2019/01 - ...

Naveed Haghani (Verisk AI, États-Unis)



Édouard Wagner

nous a quitté le mercredi 25 mars dernier dans la nuit. Il s'est endormi et ne s'est jamais réveillé. Il avait eu 80 ans en janvier dernier. Il n'y aura pas tout de suite de cérémonie, à cause du confinement lié au Coronavirus.

Édouard était Suisse de naissance, avait passé son DEA de mathématiques à Genève en 1967, puis passé sa thèse sur les feuilletages à Montréal en 1973.

Il avait ensuite été membre du CRM à Montréal, puis à partir de 1983 membre du GERAD qu'il avait aidé à créer, ayant opéré à la fin des années '70 une audacieuse conversion thématique vers l'économie mathématique. Il a travaillé sur la théorie du consommateur et en ordonnancement. Ses travaux sur la structure des semi-modules font autorité.

Édouard a été membre du LAN puis de l'IRCCyN de 1992 à 2002. Il a créé le département d'Automatique et de Productique de l'École des Mines de Nantes en 1992, puis l'a dirigé jusqu'en 1996. Il était resté actif depuis son départ à la retraite en 2002, étant membre associé du GERAD, régulièrement invité par des laboratoires du monde entier, continuant à travailler avec ses collègues et amis. Il partageait son temps entre le Canada, la Thaïlande et la France.

Ceux qui l'ont connu ne l'oublieront jamais. Il était non-conformiste, ce qui lui a valu toutes sortes de difficultés. Il était toujours original, inventif, enthousiaste et c'était un véritable ami. ■

Édouard Wagner passed away in his sleep during the night of Wednesday, March 25. He had turned 80 in January. A ceremony will not be held right away, due to the Coronavirus lockdown.

Born in Switzerland, Édouard received his DEA (post-master's qualification) in mathematics in Geneva in 1967 and then completed his thesis on foliation in Montréal in 1973. He became a member of the CRM in Montréal, and then, starting in 1983, was a member of GERAD, which he helped found, after making a daring conversion to mathematical economics. He worked on scheduling and consumer theory and produced important writings on semimodule structure.

From 1992 to 2002, Édouard was a member of LAN and IRCCyN. In 1992, he created the Automation and Production Department of the École des Mines de Nantes, France, and was its director until 1996. After retiring in 2002, he remained active as an associate member of GERAD and a frequent guest at laboratories around the world, and he continued to work with his colleagues and friends. He divided his time between Canada, Thailand and France.

Those who knew him will never forget him. He was a nonconformist and, for that, he encountered some problems. He was always unique, inventive, enthusiastic and a true friend. ■

Jean-Jacques Loiseau

Directeur de Recherches au CNRS, École Centrale de Nantes (France)

Prix, distinctions, rayonnement et nouvelles

Aldair Alvarez Diaz, candidat proposé par Jean-François Cordeau (HEC Montréal) et Raf Jans (HEC Montréal) ; **Azadeh Marouf-mashat**, candidate proposée par Olivier Bahn (HEC Montréal) et Peter E. Caines (Université McGill) et **Alfredo Daniel Moreno Arteaga**, candidat proposé par Marilène Ckerkesly (UQAM), sont les récipiendaires du 13^e concours de bourses postdoctorales du GERAD. Les candidats recevront chacun une demi-bourse de 30 000 \$.

Les étudiants suivants du GERAD sont lauréats des bourses d'initiation à la recherche au 1^{er} cycle – Stages d'été d'IVADO : **Céline Boegler**, supervisée par Dominique Orban (Polytechnique Montréal) pour son projet « La méthode des résidus conjugués pour l'optimisation sans contraintes » ; **Guillaume Dupuis**, supervisé par Brunilde Sansò (Polytechnique Montréal) pour son projet sur la 5G et les villes intelligentes ; **Simon-Olivier Laperrière**, supervisé par Pierre L'Ecuyer (Université de Montréal) pour son projet « Outils pour mesurer l'équidistribution de générateurs pseudoaléatoires basés sur des récurrences modulo 2 » ; **Geoffroy Leconte**, supervisé par Dominique Orban (Polytechnique Montréal) pour son projet « Une méthode prédicteur-correcteur multi-précision pour l'optimisation quadratique convexe » ; **Danny Tran**, dirigé par Brunilde Sansò (Polytechnique Montréal) pour son projet sur la 5G et les villes intelligentes ; **Xin Yuan Zhang** dirigé par Brunilde Sansò (Polytechnique Montréal) pour son projet sur la 5G, IoT et les villes intelligentes.

Les étudiants suivants du GERAD sont lauréats des bourses d'excellence IVADO au doctorat : **Abhilash Chenreddy**, supervisé par Erick Delage (HEC Montréal) pour sa thèse « *Inverse reinforcement learning with robust risk preference* » ; **Alexis Montoisson**, supervisé par Dominique Orban (Polytechnique Montréal) pour sa thèse « Méthodes multi-précision pour l'optimisation et l'algèbre linéaire ».

Lors de l'assemblée des membres du 12 décembre 2019, une résolution soulignant l'importante contribution de **Hugues Delmaire** au GERAD a été adoptée. Par cette initiative, les membres ont tenu à remercier Hugues pour ses efforts et succès dans la mise en relation des chercheurs et des industriels. Hugues a rejoint le GERAD en mai 2018, en tant que coordonnateur à la recherche détaché au GERAD par IVADO. Sa mission principale est de tisser des liens entre les chercheurs du GERAD et l'industrie.

En collaboration avec le GERAD, la première série de l'**Edge Intelligence Workshop** s'est tenue avec succès les 2 et 3 mars 2020 avec plus de 100 participants du monde universitaire et de l'industrie. Il existe un intérêt naissant pour l'implémentation décentralisée des réseaux de neurones profonds, mais cette direction n'a pas d'événement scientifique spécifique qui lui soit dédié, et cet atelier visait à combler cette lacune. Le Edge intelligence est un domaine très prometteur de l'intelligence artificielle, qui est identifié comme l'une des 10 meilleures technologies révolutionnaires (également connues sous le nom de TinyAI) en 2020 par la MIT Technology Review. Cet atelier a été le premier événement majeur au Canada consacré à ce sujet.

Mehmet Gumus (Université McGill) a conçu une application web « Covid-19 Analytics » afin de calculer la date de fin prévue de COVID-19 pour chaque pays en temps réel. Celle-ci est calculée en fonction de la moyenne géométrique hebdomadaire des taux de croissance quotidiens. À chaque heure, il reçoit de nouvelles informations et mets à jour sa prédiction de fin de date en conséquence. En outre, il calcule la date de fin prévue seulement pour les pays dont les nouveaux cas sont à la baisse.

Edward Hallé-Hannan, supervisé par Sébastien Le Digabel (Polytechnique Montréal) est un étudiant du GERAD lauréat d'une bourse d'excellence IVADO à la maîtrise pour sa thèse « Optimisation de l'entraînement des réseaux de neurones profonds à partir d'extensions de l'algorithme MADS sur les hyperparamètres de type variable de catégorie ».

Le 11 mars dernier a eu lieu la quatrième **Journées des étudiants du GERAD**. Le Prix de la meilleure présentation a été accordé à **Charles Cossette** pour « *The basics of multi-robot formation control* ». Le Prix de la 2^e meilleure présentation (ex aequo) a été accordé à **Narges Sereshli** pour « *Epidemic models and coronavirus disease* » et à **Rosemarie Santa González**, pour « *Humanitarian relief with mobile clinics* ».

Luc Laporte, parrainé par Jean-Pierre Dussault (UQAC) et Dominique Orban (Polytechnique Montréal) ainsi qu'**Aurélien Mombelli**, parrainé par Sébastien Le Digabel (Polytechnique Montréal) sont les récipiendaires du 11^e Concours de bourses pour stagiaire étranger de 1^{er} cycle. Les candidats recevront une bourse de 3 500 \$ chacun.

Maxime Larocque, diplômé de la maîtrise en gestion (M. Sc.) – intelligence d'affaires, a remporté le Prix du meilleur mémoire pour l'année 2019. Intitulé « Sélection objective de variables à l'aide d'algorithmes génétiques ensachés », le mémoire de Maxime Larocque a été codirigé par les professeurs Jean-François Plante (HEC Montréal) et Michel Adès. Il a impressionné le jury par son approche clé et innovatrice, fondée sur un travail rigoureux et de haute qualité.

Roland Malhamé, professeur titulaire à Polytechnique Montréal au département de génie électrique, a été honoré lors du Gala Méritas 2019-2020 par la communauté étudiante.

Tayed Mhamed, candidat présenté par Marilène Cherkesly (UQAM) et Guy Desaulniers (Polytechnique Montréal) ainsi que **Narges Sereshli**, candidate présentée par Raf Jans (HEC Montréal) et Yossiri Adulyasak (HEC Montréal), sont les gagnants du Concours 2019-2020 – Programme de stages internationaux FRQNT.

Alexis Montoisson (Polytechnique Montréal) est l'un des lauréats du Concours de communication de la 16^e *Copper Mountain Conference On Iterative Methods* même si la Conférence en tant que telle a été annulée.

Samuel Pelletier, dirigé par Gilbert Laporte (HEC Montréal) et Ola Jabali a obtenu le Prix de la meilleure thèse de doctorat à HEC Montréal pour l'année 2019 pour sa thèse intitulée « *Goods distribution with electric vehicles* ». Il a également remporté le Concours de la meilleure thèse du GERAD 2019. ■



Awards, honours, contributions and news

Aldair Alvarez Diaz, sponsored by Jean-François Cordeau (HEC Montréal) and Raf Jans (HEC Montréal); **Azadeh Maroufmashat**, sponsored by Olivier Bahn (HEC Montréal) and Peter E. Caines (Université McGill) and **Alfredo Daniel Moreno Arteaga**, sponsored by Marilène Ckerkesly (UQAM), are the winners of the 13th GERAD postdoctoral fellowship competition. The candidates will each receive a half fellowship of \$30 000.

The following GERAD students received IVADO Undergraduate introduction to research scholarships: **Céline Boegler**, supervised by Dominique Orban (Polytechnique Montréal) for her project "La méthode des résidus conjugués pour l'optimisation sans contraintes"; **Guillaume Dupuis**, supervised by Brunilde Sansò (Polytechnique Montréal) for his project on 5G and Smart cities; **Simon-Olivier Laperrière**, supervised by Pierre L'Ecuyer (Université de Montréal) for his project "Outils pour mesurer l'équidistribution de générateurs pseudoaléatoires basés sur des récurrences modulo 2"; **Geoffroy Leconte**, supervised by Dominique Orban (Polytechnique Montréal) for his project "Une méthode prédicteur-correcteur multi-précision pour l'optimisation quadratique convexe"; **Danny Tran**, supervised by Brunilde Sansò (Polytechnique Montréal) for his project on 5G and Smart cities; **Xin Yuan Zhang** supervised by Brunilde Sansò (Polytechnique Montréal) for his project on 5G, IoT and Smart cities.

The following GERAD students received IVADO Excellence scholarship program for PhD: **Abhilash Chenreddy**, supervised by Erick Delage (HEC Montréal) for his thesis "Inverse reinforcement learning with robust risk preference"; **Alexis Montoisson**, supervised by Dominique Orban (Polytechnique Montréal) for his thesis "Méthodes multi-précision pour l'optimisation et l'algèbre linéaire".

During the December 12, 2019, members' meeting, a resolution to highlight **Hugues Delmaire**'s important contribution to GERAD was adopted. Through this initiative, the members wanted to thank Hugues for his efforts and success in bringing researchers and entrepreneurs together. Hugues joined GERAD in May 2018 as a research coordinator seconded to GERAD by IVADO. Its main mission is to forge links between GERAD researchers and industry.

In collaboration with the GERAD, the first series of the **Edge Intelligence Workshop** was held successfully in 2-3 March 2020 with more than 100 participants from academia and industry. There has been an emerging interest in edge implementation of deep neural networks, but this direction has no specific scientific event dedicated to it, and this workshop aimed at filling this gap. Edge intelligence is a highly promising area in artificial intelligence (AI), which is identified as one of the top 10 breakthrough technologies (also known as TinyAI) in 2020 by MIT technology review. This workshop was the first major event in Canada dedicated to this topic.

On March 11, the 4th **GERAD Student Days** took place. **Charles Cossette** received the Best Presentation Award for "The basics of multi-robot formation control". The 2nd Best Presentation Award (ex aequo) went to **Narges Sereshhti** for "Epidemic models and

coronavirus disease" and to **Rosemarie Santa González**, for "Humanitarian relief with mobile clinics".

Mehmet Gumus (McGill University) created a web app for *COVID-19 Analytics* so that it calculates the expected end-date for COVID-19 for each country on a real-time basis. The expected end-date for each country is calculated based on the weekly geometric average of daily growth rates. At every hour, he receives new information and update his end-date prediction accordingly. Also, he calculates the expected end-date only for the countries whose new cases are trending down.

Edward Hallé-Hannan, supervised by Sébastien Le Digabel (Polytechnique Montréal) is a GERAD student that will receive an IVADO Excellence scholarship for Msc for his thesis: "Optimisation de l'entraînement des réseaux de neurones profonds à partir d'extensions de l'algorithme MADS sur les hyperparamètres de type variable de catégorie".

Luc Laporte, sponsored by Jean-Pierre Dussault (UQAC) and Dominique Orban (Polytechnique Montréal), and **Aurélien Mombelli**, sponsored by Sébastien Le Digabel (Polytechnique Montréal) are the winners of the 11th GERAD undergraduate foreign trainees competition. The trainees will each receive a scholarship of \$3,500.

Maxime Larocque, a graduate of the Master of Business Intelligence (MSc) program, has received the 2019 Best Master's Thesis Award. Maxime Larocque's thesis, "Sélection objective de variables à l'aide d'algorithmes génétiques ensachés (Bagged genetic algorithms for objective variable selection)", was co-directed by professors Jean-François Plante (HEC Montréal) and Michel Adès. He impressed the jury by the key innovative approach that was used and thorough, high-quality work.

Roland Malhamé, Full Professor at Polytechnique Montréal, Department of Electrical Engineering, was honored during the 2019-2020 Gala Méritas by the student community.



Narges Sereshhti

Tayed Mhamedi, candidate presented by Marilène Cherklesly (UQAM) and Guy Desautniers (Polytechnique Montréal) and **Narges Sereshhti**, candidate presented by Raf Jans (HEC Montréal) and Yossiri Adulyasak (HEC Montréal) are the winners of the 2019-2020 – FRQNT International Internship Program.

Even though the 16th Copper Mountain Conference On Iterative Methods was canceled, the selection of the winners of the Student Paper Competition was completed. After careful review of all the submissions, the committee has selected **Alexis Montoisson** (Polytechnique Montréal) as one of the winners.

Samuel Pelletier, directed by Gilbert Laporte (HEC Montréal) and Ola Jabali won the HEC Montréal Best Thesis award 2019 for his thesis entitled "Goods distribution with electric vehicles". He also won the 2019 GERAD Best Thesis Competition for his thesis. ■

Les Cahiers du GERAD | Technical reports

- G-2020-27 **Cherkesly, Marilène; Maïzi, Yasmina**
A Simulation model for short and long term humanitarian supply chain operations management
- G-2020-25 **Bigeon, Jean; Le Digabel, Sébastien; Salomon, Ludovic**
DMulti-MADS: Mesh adaptive direct multisearch for blackbox multiobjective optimization
- G-2020-24 **Lanzetti, Nicolas; Schiffer, Maximilian; Ostrovsky, Michael; Pavone, Marco**
On the interplay between self-driving cars and public transportation: A game-theoretic perspective
- G-2020-22 **Edom, Eloise ; Anjos, Miguel F.; D'Ambrosio, Claudia; van Ackooij, Wim; Côté, Pascal; Séguin, Sara**
On the impact of the power production function approximation on hydropower maintenance scheduling
- G-2020-21 **Desaulniers, Guy; Lessard, François; Saddoune, Mohammed; Soumis, François**
Dynamic constraint aggregation for solving very large-scale airline crew pairing problems
- G-2020-20 **Sadana, Utsav; Delage, Erick**
The value of randomized strategies in distributionally robust risk averse network interdiction games
- G-2020-19 **Sadana, Utsav; Reddy, Puduru Viswanadha; Zaccour, Georges**
Open-loop and feedback Nash equilibrium in scalar linear-state differential games with impulse control
- G-2020-18 **Dzahini, Kwassi Joseph**
Expected complexity analysis of stochastic direct-search
- G-2020-17 **Contardo, Claudio; Hertz, Alain**
An exact algorithm for a class of geometric set-cover problems
- G-2020-16 **Cherkesly, Marilène; Gschwind, Timo**
The pickup and delivery problem with time windows, multiple stacks, and handling operations
- G-2020-15 **Malandra, Filippo; Kizilkale, Arman C.; Sirois, Frédéric; Sansò, Brunilde; Anjos, Miguel F.; Bernier, Michel; Gendreau, Michel; Malhamé, Roland P.**
Smart distributed energy storage controller (smartDESC)
- G-2020-14 **Alvarez, Aldair; Cordeau, Jean-François; Jans, Raf; Munari, Pedro; Morabito, Reinaldo**
Inventory routing under stochastic supply and demand
- G-2020-13 **Yaakoubi, Yassine; Soumis, François; Lacoste-Julien, Simon**
Machine learning in airline crew pairing to construct initial clusters for dynamic constraint aggregation
- G-2020-12 **Delmaire, Hugues**
The Aadhaar project as a guide for an alternative digital development in Quebec
- G-2020-11 **Rodrigues De Sousa, Vilmar Jeffé; Anjos, Miguel F.; Le Digabel, Sébastien**
Computational study of a branching algorithm for the maximum k-cut problem
- G-2020-10 **Seyedi, Younes; Karimi, Houshang; Grijalva, Santiago; Sansò, Brunilde**
Elements of networked protection systems for distribution networks and microgrids: A cybersecurity perspective
- G-2020-09 **Seyedi, Younes; Karimi, Houshang; Wétlé, Constant; Sansò, Brunilde**
A new approach to reliability assessment of synchrophasor communications in smart grids
- G-2020-08 **Seyedi, Younes; Karimi, Houshang; Grijalva, Santiago; Mahseredjian, Jean; Sansò, Brunilde**
A supervised learning approach to transient analysis for microgrid protection systems
- G-2020-07 **Costa, Luciano; Contardo, Claudio; Desaulniers, Guy; Pecin, Diego Galindo**
Selective arc-ng pricing for vehicle routing
- G-2020-06 **Aouchiche, Mustapha; Mojallal, Seyed Ahmad; Hansen, Pierre**
Spectral properties of threshold graphs
- G-2020-05 **Mojallal, Seyed Ahmad; Hansen, Pierre**
On the difference of energies of a graph and its complement graph
- G-2020-04 **Breton, Michèle; Sbragia, Lucia**
Intra-brand competition in a differentiated oligopoly
- G-2020-03 **Schiffer, Maximilian; Rüdel, Fabian; Walther, Grit**
User-based relocation strategies for free-floating car sharing systems
- G-2020-02 **Marzban, Saeed; Delage, Erick; Li, Jonathan Y.**
Equal risk pricing and hedging of financial derivatives with convex risk measures
- G-2020-01 **Audet, Charles; Messine, Frédéric; Ninin, Jordan**
Numerical certification of Pareto optimality for biobjective nonlinear problems
- G-2019-102 **Bahn, Olivier; Vaillancourt, Kathleen**
Implications of EMF 34 scenarios on renewable deployment and carbon abatement in Canada: Insights from a regionalized energy model
- G-2019-101 **Singh, Babneet; Kaur, Ravneet; Woodside, Murray; Chinneck, John W.**
Low-power deployment of many-process applications on multiple clouds
- G-2019-100 **Kuznetsova, Elizaveta; Anjos, Miguel F.**
Challenges in energy policies for the economic integration of prosumers in electric systems: A critical survey with a focus on Ontario (Canada)
- G-2019-99 **van der Laan, Niels; Arsenault, Jonathan; Forbes, James Richard**
The invariant Rauch-Tung-Striebel Smoother
- G-2019-98 **Haji Abolhassani, Amir Abbas; Dimitrakopoulos, Roussos; Ferrie, Frank P.; Lala, Prasun**
Improving classification performance on sparse data: Augmenting a convolutional neural net with generalized angular orientations of edges
- G-2019-97 **Both, Christian; Dimitrakopoulos, Roussos**
Stochastic short-term production scheduling and shovel allocation for mining complexes including stockpiling and operational alternatives
- G-2019-96 **Randel, Rodrigo Alves; Aloise, Daniel; Blanchard, Simon; Hertz, Alain**
A Lagrangian-based score for assessing the quality of pairwise constraints in SSC
- G-2019-95 **Fiorotto, Diego; Jans, Raf; de Araujo, Silvio Alexandre**
Integrated lot sizing and blending problems
- G-2019-94 **Haghani, Naveed; Contardo, Claudio; Yarkony, Julian**
Smooth and flexible dual optimal inequalities
- G-2019-93 **Lamghari, Amina; Dimitrakopoulos, Roussos**
A new matheuristic approach for optimizing mineral value chains under uncertainty
- G-2019-90 **Farshbaf Geranmayeh, Amir; Zaccour, Georges**
Optimal allocation of an opaque product with consumer learning



- G-2019-89 **Del Castillo, Maria Fernanda; Dimitrakopoulos, Roussos**
Adaptive two-stage stochastic optimization of the Escondida mining complex, Chile
- G-2019-88 **Parilina, Elena; Zaccour, Georges**
Sustainability of cooperation in dynamic games played over event trees when players have asymmetric beliefs
- G-2019-87 **Zago, Paul; Munroe, Patrick; El Hallaoui, Issmail; Soumis, François**
A stochastic approach to reoptimizing air cargo shipping plans
- G-2019-86 **de Frutos, Javier; López, Paula; Martín-Herrán, Guiomar**
Equilibrium strategies in a multiregional transboundary pollution differential game with spatially distributed controls
- G-2019-85 **Tahir, Adil; Desaulniers, Guy; El Hallaoui, Issmail**
Integral column generation for set partitioning problems with side constraints
- G-2019-84 **Alarie, Stéphane; Audet, Charles; Bouchet, Pierre-Yves; Le Digabel, Sébastien**
Optimization of noisy blackboxes with adaptive precision
- G-2019-83 **Gao, Shuang; Caines, Peter E.**
Spectral representations of graphons in very large network systems control
- G-2019-82 **Gao, Shuang; Caines, Peter E.**
Optimal and approximate solutions to linear quadratic regulation of a class of graphon dynamical systems
- G-2019-81 **Caines, Peter E.; Huang, Minyi**
Graphon Mean Field Games and the GMFG equations: E-Nash equilibria
- G-2019-80 **Cossette, Charles Champagne; Walsh, Alex; Forbes, James Richard**
The complex-step derivative approximation on matrix Lie groups

Révisions / Revisions

- G-2019-102 **Bahn, Olivier; Vaillancourt, Kathleen**
Implications of EMF 34 scenarios on renewable deployment and carbon abatement in Canada: Insights from a regionalized energy model
Révision: Mars 2020 / Revision: March 2020
- G-2019-100 **Kuznetsova, Elizaveta; Anjos, Miguel F.**
Challenges in energy policies for the economic integration of prosumers in electric systems: A critical survey with a focus on Ontario (Canada)
Révision: Avril 2020 / Revision: April 2020
- G-2019-70 **Manzanilla Salazar, Orestes; Malandra, Filippo; Mellah, Hakim; Wetté, Constant; Sansò, Brunilde**
A machine learning framework for sleeping cell detection in a smart-city IoT telecommunications infrastructure
Révision: Mars 2020 / Revision: March 2020

Soutenances de mémoires et de thèses | Thesis defences

Mohamed Ali Akari

Directrice / Director: Michèle Breton (HEC Montréal)

Doctorat / Doctorate: Essays on interest-rate derivatives: model risk, exercise strategies and credit-risk

Luciano Costa

Directeurs / Directors: Guy Desaulniers (Polytechnique Montréal) et Claudio Contardo (UQÀM)

Doctorat / Doctorate: Improvements on column-generation-based algorithms for vehicle routing and other combinatorial optimization problems

Mohammed Najib Haouas

Directeurs / Directors: Gilles Pesant (Polytechnique Montréal) et Daniel Aloise (Polytechnique Montréal)

Maîtrise / Master: Résolution exacte du problème de partitionnement de données avec minimisation de variance sous contraintes de cardinalité par programmation par contraintes



Ateliers | Workshops

2020/01

Marilène Cherkesly (Université du Québec à Montréal, Canada) et **Rosemarie Santa Gonzalez** (Université du Québec à Montréal, Canada)
Disséquer une bonne présentation : un exercice guidé

2020/02

Youssef Emine (Polytechnique Montréal, Canada)
Comment utiliser Beamer

2020/02

Antoine Prouvost (Polytechnique Montréal, Canada)
Organizing a Python project

Séminaires du GERAD | GERAD Seminars

2020/05

Fatiha Sadat (Université du Québec à Montréal, Canada)
Intelligence artificielle et humaine pour des domaines et langues pauvres en données

Séminaires “Un chercheur du GERAD vous parle!” | “Meet a GERAD Researcher!” Seminars

2020/02

Peter E. Caines (Université McGill, Canada)
Graphon mean field games: A dynamical equilibrium theory for a networked world

2020/02

Miguel Diago Martinez (Polytechnique Montréal, Canada)
Optimisation de boîtes noires à grande dimensionnalité avec PSD-MADS

2020/05

James Richard Forbes (Université McGill, Canada)
Gaussian variational inference for batch nonlinear state estimation applied to robot navigation

Séminaires ISS (Séminaire informel de théorie des systèmes) | ISS Seminars (Informal Systems Seminar)

2020/02

Maxime Laborde (Université McGill, Canada)
Systems of evolution equations coupled through optimal transport and application to urban planning



Séminaires du GERAD conjoints avec ... | GERAD seminars joint with ...

Chaire d'excellence en recherche du Canada sur la science des données pour la prise de décision en temps réel | Canada Excellence Research Chair in Data Science for Real-Time Decision-Making

2020/02

Maxime Cohen (Université McGill, Canada)

Incentivizing commuters to carpool: A large field experiment with Waze

Chaire de recherche du Canada sur la prise de décision en incertitude | Canada Research Chair in Decision Making Under Uncertainty

2020/01

William B. Haskell (Purdue University, États-Unis)

An iterated random operator framework for algorithm analysis

Chaire de théorie des jeux et gestion | Chair in Game Theory and Management

2020/01

Elena Parilina (Saint Petersburg State University, Russie)

The Euler-equation approach in average-oriented opinion dynamics

CIRRELT | CIRRELT

2020/03

Sriram Sankaranarayanan (Polytechnique Montréal, Canada)

C++ Basics

IVADO + Faculté de gestion Desautels, Université McGill | IVADO + Desautels Faculty of Management, McGill University

2020/02

Jason Chan (University of Minnesota, États-Unis)

The role of physical stores in the digital age: Quasi-experimental evidence from product level analysis

CORONAVIRUS : NOS OPÉRATIONS COURANTES MAINTENUES À DISTANCE

2020-06-16 Dans le contexte des mesures mises en place pour lutter contre le coronavirus, notre équipe fera du télétravail et les activités de recherche en présentiel sont suspendues jusqu'à nouvel ordre. Nos bureaux seront fermés. Nous invitons les membres à effectuer leurs rencontres à distance, par téléphone ou par visioconférence.

Nous vous demandons de respecter les directives gouvernementales de la santé publique québécoise (<https://www.quebec.ca/sante/problemes-de-sante/a-z/coronavirus-2019/>) ainsi que celles de votre université.

Nous demeurons donc disponibles et poursuivons nos activités courantes.

Merci de votre collaboration,

Consultez les dernières directives :

Université d'affiliation HEC Montréal : <https://www.hec.ca/avis/>

Nos locaux (Université de Montréal) : <https://urgence.umontreal.ca/>

CORONAVIRUS: OUR CURRENT OPERATIONS MAINTAINED REMOTELY

2020-06-16 In the context of the measures put in place to reduce the risk of spreading coronavirus, our team will be teleworking and the face-to-face research activities are suspended until further notice. Our offices will be closed. We invite members to conduct their meetings online or by phone whenever possible.

We ask you to respect the Québec public health governmental directives (<https://www.quebec.ca/sante/problemes-de-sante/a-z/coronavirus-2019/>) as well as those of your university.

We therefore remain available and continue our ongoing operations. Adjustments to upcoming training and events, if any, will be communicated.

Thank you for your collaboration.

Consult the latest directives:

HEC Montréal affiliate university: <https://www.hec.ca/en/notice/>

Our offices (Université de Montréal): <https://urgence.umontreal.ca/>



2020/06/23

www.gerad.ca

A novel matheuristic approach for optimizing mineral value chains under uncertainty

Amina Lamghari, Université du Québec à Trois-Rivières

Séminaire en ligne du GERAD /GERAD online seminar

BULLETIN DU
GERAD

Volume 17, numéro 1, printemps 2020
Édité 2 fois l'an par le GERAD

Éditeurs du Bulletin

Sara Séguin

sara.seguin@uqac.ca

Dominique Orban

dominique.orban@gerad.ca

Responsable de l'édition

Karine Hébert

Traductrices

Josée Lafrenière

Johanne Latour

GERAD

HEC Montréal

3000, chemin de la Côte-Sainte-Catherine

Montréal (Québec) Canada H3T 2A7

Téléphone : 514 340-6053

www.gerad.ca

bulletin@gerad.ca

Dépôt légal – Bibliothèque nationale
du Québec – 2020

Reproduction autorisée avec mention
de la source

Le Bulletin du GERAD utilise l'ordre alphabétique des
auteurs par convention, sans implication quant à la
contribution de chacun

La parution de ce Bulletin est rendue possible grâce
au soutien de **HEC Montréal**, **Polytechnique Montréal**,
Université McGill, **Université du Québec à Montréal**,
ainsi que du **Fonds de recherche du Québec – Nature
et technologies**.

GERAD
NEWSLETTER

Volume 17, number 1, Spring 2020
Published twice a year by GERAD

Editors

Sara Séguin

sara.seguin@uqac.ca

Dominique Orban

dominique.orban@gerad.ca

Edition coordinator

Karine Hébert

Translators

Josée Lafrenière

Johanne Latour

GERAD

HEC Montréal

3000, chemin de la Côte-Sainte-Catherine

Montréal (Québec) Canada H3T 2A7

Telephone: 514 340-6053

www.gerad.ca

bulletin@gerad.ca

Legal deposit – Bibliothèque nationale
du Québec – 2020

Copying authorized with acknowledgement
of source

The GERAD Newsletter uses the alphabetical order of
authors by convention, without implication as to the
contribution of each

The publication of this Newsletter is made possible
thanks to the support of **HEC Montréal**, **Polytechnique
Montréal**, **McGill University**, **Université du Québec
à Montréal**, as well as the **Fonds de recherche du
Québec – Nature et technologies**.